



SCIENCE AND
EDUCATION **FOR**
SUSTAINABLE
LIFE

ECOPEAKING - KORTTIDSREGLERING I STORSKALIG VATTENKRAFT

Åsa Widén, SLU Umeå, Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö

Birgitta Malm-Renöfält, Umeå Universitet

Jani Ahonen, Umeå Universitet

Roland Jansson, Umeå Universitet

FÖRSTUDIE ECOPEAKING

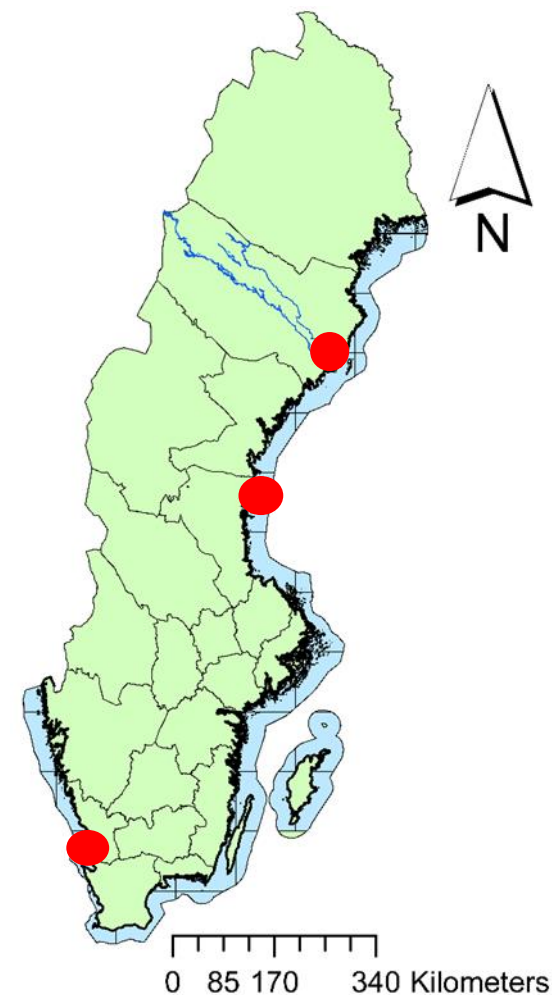
I arbetet med prövningsarbetet och miljöanpassning av svensk vattenkraft NAP är det angeläget med verktyg och metoder för att beskriva;

- ✓ omfattning av korttidsreglering
- ✓ ge funktionella och kostnadseffektiva åtgärdsförslag.
- ✓ ett verktyg som beskriver omfattning (gradient) av korttidsreglering
- ✓ ge god hjälp vid val av bästa teknik och kostnadseffektiva åtgärder, med syfte att lindra miljöpåverkan orsakad av korttidsreglering.

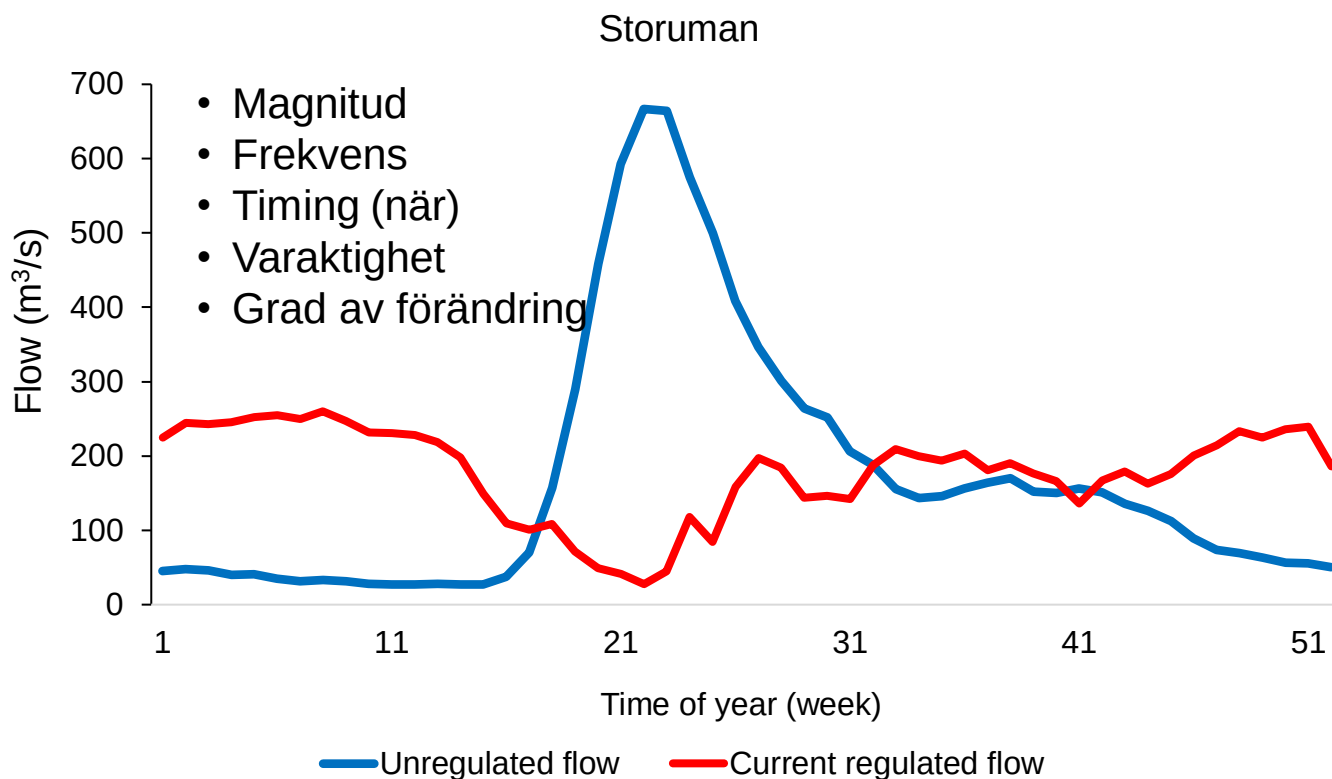


GEOGRAFISK OMFATTNING

- Umeälven
MQ 240 m³/s
- Ljungan, MQ m³/s
- Lagan
MQ 80 m³/s



Naturlig flödesregim (Poff *et al.*, 1997) – Beskriver oreglerade förhållanden



- Driver ekosystem
- Ger vattendraget unika egenskaper
- Naturliga processer beroende av naturliga flöden
- Fauna och flora är anpassade till naturliga flöden
- Dynamisk energi är viktigt för ett vattendrags funktioner = fallhöjd

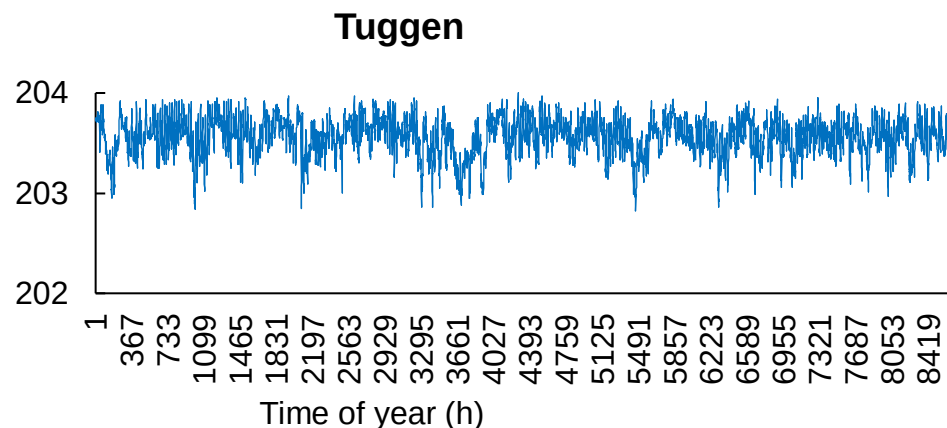
Korttidsreglering storskalig vattenkraft

Magasin utan fallhöjd som fungerar som stora badkar.



- Nolltappning – start/stopp
- Snabba förändringar av flöde
- Snabba förändringar av vattenstånd
- Samband mellan flöde och vattenstånd
- Flöde och vattenstånd “tappar” samband

Water level (m a.s.l.)



Korttidsreglering storskalig vattenkraft

- Effekt på vattendragets processer
 - Flöde
 - Vattenhastighet
 - Syresättning
 - Sedimentation
- Effekt på biologi
 - Överlag negativ påverkan av korttidsreglering
 - Strömlevande organismer

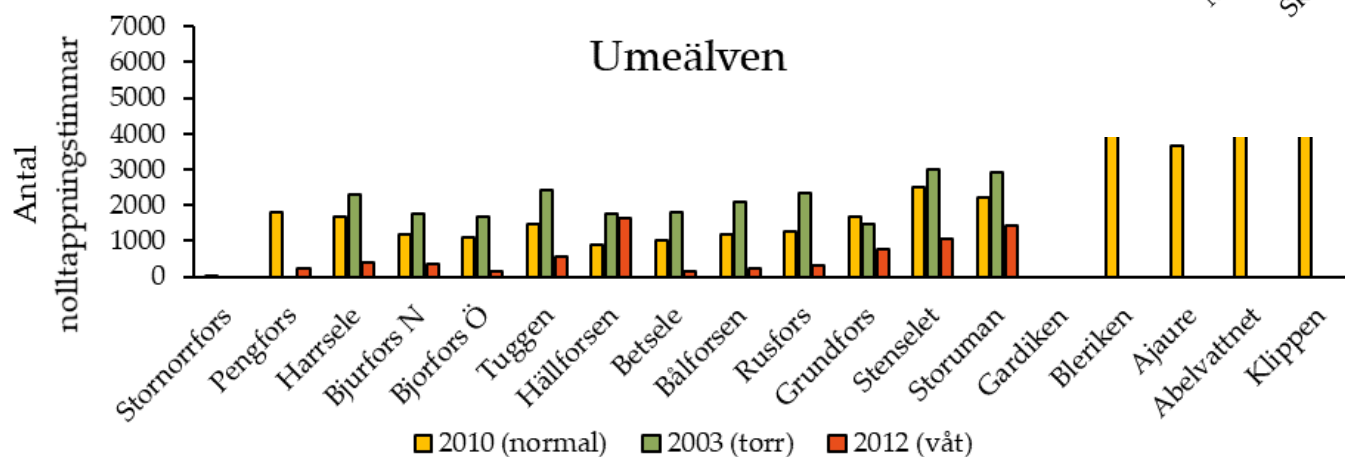
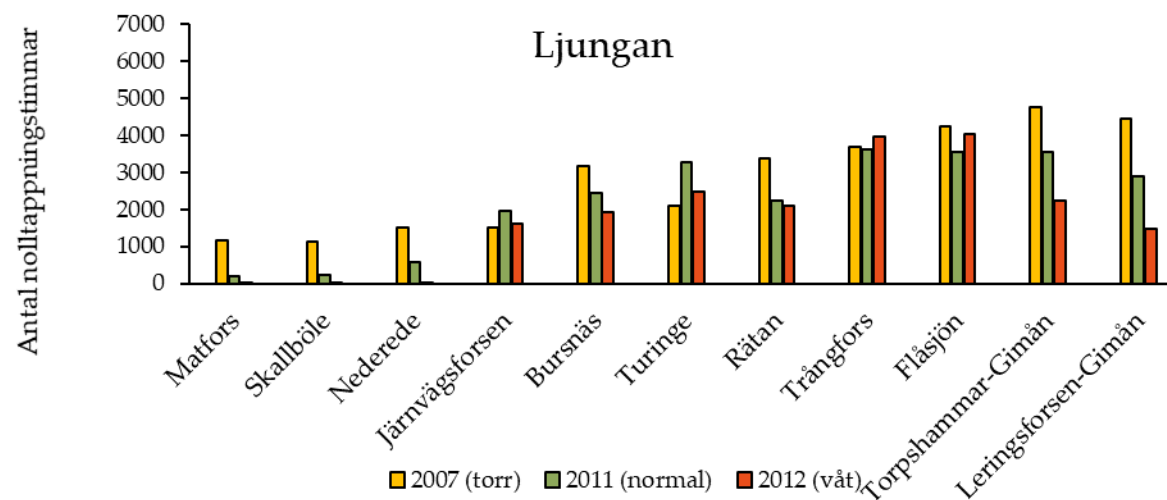
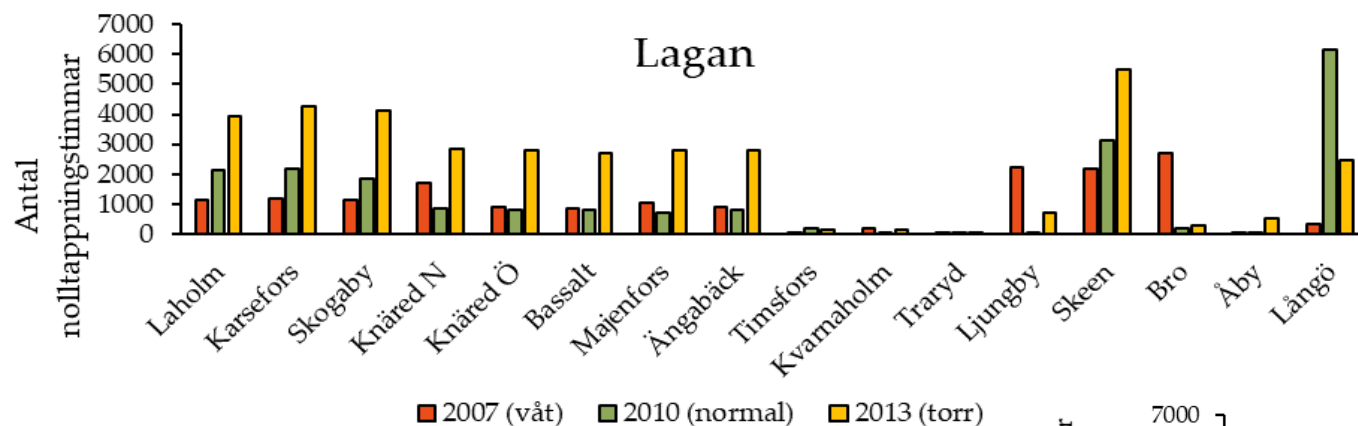


Utfört i förstudien

- Beräkning av nolltappningstimmar samt start-stopp.
- Beräkning av index för bedömning av avvikelser från naturliga flöden (timme).
- Studier i Lagan
 - Korttidsregleringseffekter
 - Fallhöjdsstudier
- Studier i Ljungan
 - Regleringseffekter nedströms Viforsen
- Litteraturstudie



Nolttappning



Fyra index för att mäta flödesavvikelse per timme

Beräkningsmetod	Formelbeskrivning	Referensmaterial
Richards-Baker flashiness index (RBF)	R-B Index = $\frac{\sum_{i=1}^n 0,5((q_{i+1}-q_i)+(q_i-q_{i-1}))}{\sum_{i=1}^n q_i}$ där q står för flödet under aktuell timme och n för antalet mätvärden under analysperioden (24 timmar). Indexet visar det sammanlagda mätvärdet av flödesoscillationerna (summan av absoluta värden för förändringarna timme till timme i timvärden) dividerat med summan av timflödena för varje 24-timmarsperiod.	(Baker m.fl. 2004)
Procent av totalflödet (PTF)	PTF = (högsta timvärdet – minsta timvärdet) / summan av timvärdena för 24-timmarsperioden. Detta ger den dygnsvis procentandel som adderats eller subtraherats från totalflödet.	(Lundquist & Cayan, 2002)
Dygnsvariationskoefficienten (CDV)	Standardavvikelsen för dygnets timvärden dividerat med medelflödet för dygnet	(McKinney m.fl. 2001)
Reverseringar (NREVS)	Beräknar antalet gånger mätstationen registrerar växlingar mellan perioder av stigande och fallande timvärde n under dygnet.	(The Nature Conservancy 2007)

- Jämför mot en oreglerad referens
- En kvantifiering av flödes-avvikelsen
- Möjlig att följa upp som kvalitetsfaktor
- Jämföra mellan älvar



Kraftverk/år	RBF	PTF	CDV	NREVS
Flåsjön 2007	59	149	149	187
Flåsjön 2011	92	170	172	94
Flåsjön 2012	86	179	182	198
Trångforsen 2007	54	257	257	215
Trångforsen 2011	70	262	262	145
Trångforsen 2012	68	268	270	135
Rätan 2007	60	258	258	283
Rätan 2011	49	217	226	317
Rätan 2012	79	257	257	323
Turinge 2007	66	257	258	269
Turinge 2011	45	215	221	302
Turinge 2012	80	256	257	315
Järnvägsforsen 2011	24	220	233	289
Järnvägsforsen 2012	45	224	233	289
Bursnäs 2007	80	257	258	308
Bursnäs 2011	56	215	221	331
Bursnäs 2012	93	258	259	350
Nederede 2007	57	268	285	102
Nederede 2011	31	248	319	64
Nederede 2012	24	262	317	80
Skallböle 2007	65	218	229	331
Skallböle 2011	18	212	254	318
Skallböle 2012	12	140	206	321
Matfors 2007	65	221	243	217
Matfors 2011	16	215	255	359
Matfors 2012	10	136	199	361
Viforsen 2007	4	4	22	94
Viforsen 2011	7	5	30	94
Viforsen 2012	1	1	14	85
Leringen - Gimån 2007	21	129	144	4
Leringen - Gimån 2011	77	247	271	12
Leringen - Gimån 2012	56	178	198	4
Torpshammar-Gimån 2007	6	159	162	124
Torpshammar-Gimån 2011	18	295	297	168
Torpshammar-Gimån 2012	39	284	289	197

LJUNGAN

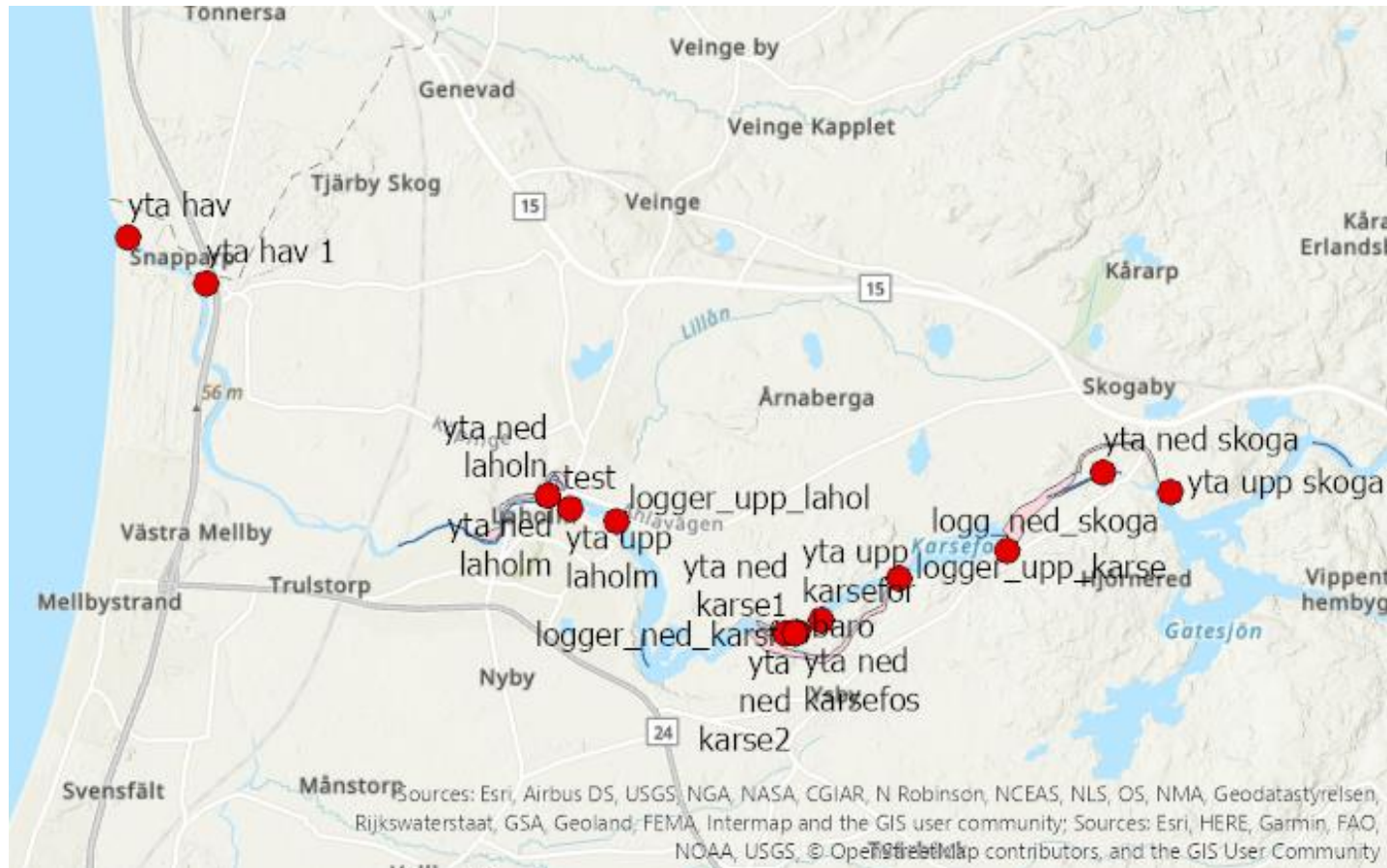


LAGAN

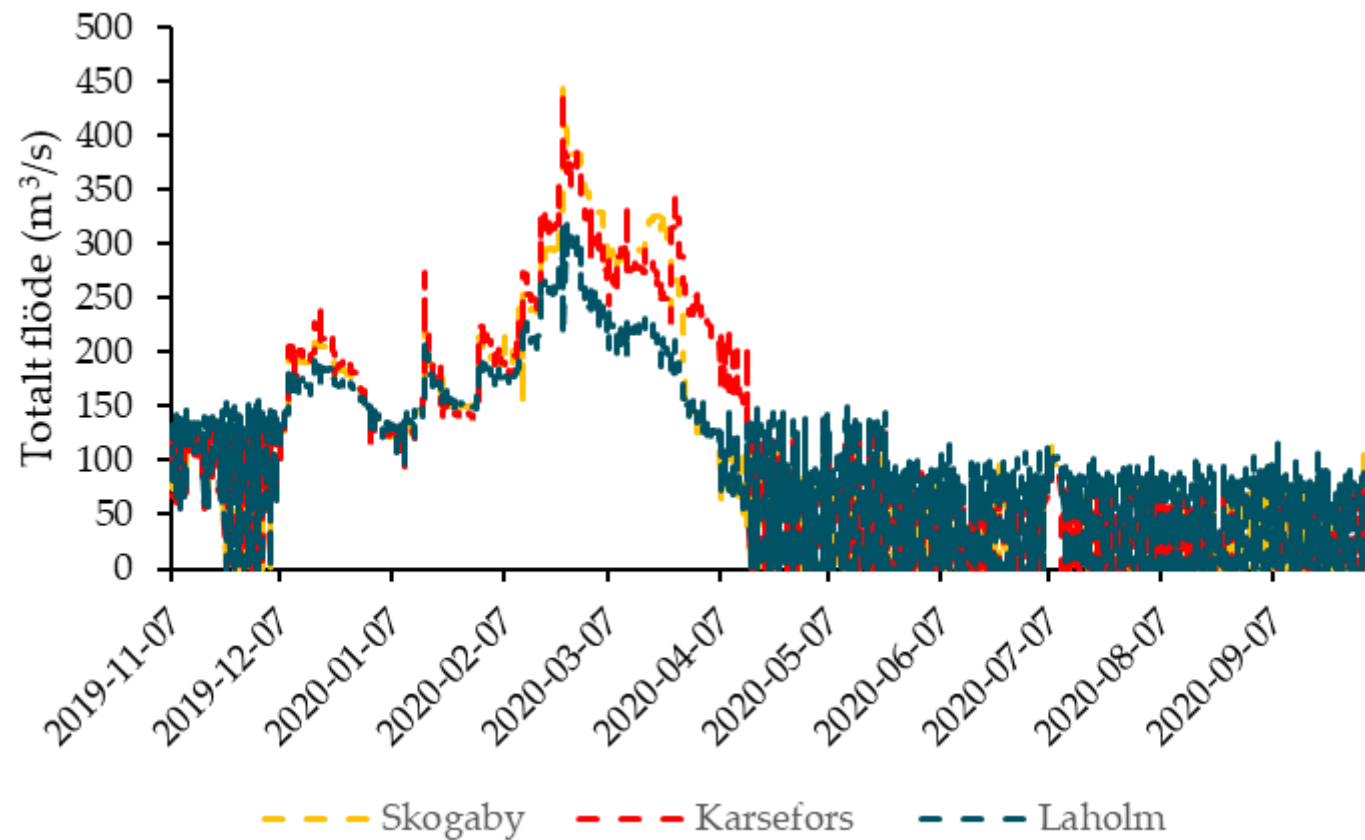
Kraftverk/år	RBF	PTV	CDV	NREVS
Åby 2007	0	13	49	354
Åby 2010	18	11	41	344
Åby 2013	7	3	12	351
Skeen 2007	24	122	127	31
Skeen 2010	37	170	176	8
Skeen 2013	16	259	256	0
Skogaby 2007	23	94	100	28
Skogaby 2010	22	168	189	86
Skogaby 2013	28	285	286	10
Karsefors 2007	28	101	132	215
Karsefors 2010	28	185	205	153
Karsefors 2013	22	297	317	110
Laholm 2007	24	103	117	271
Laholm 2010	33	189	198	282
Laholm 2013	23	295	306	73



KORTTIDSREGLERING I LAGAN – MAGASIN UTAN FALLHÖJD



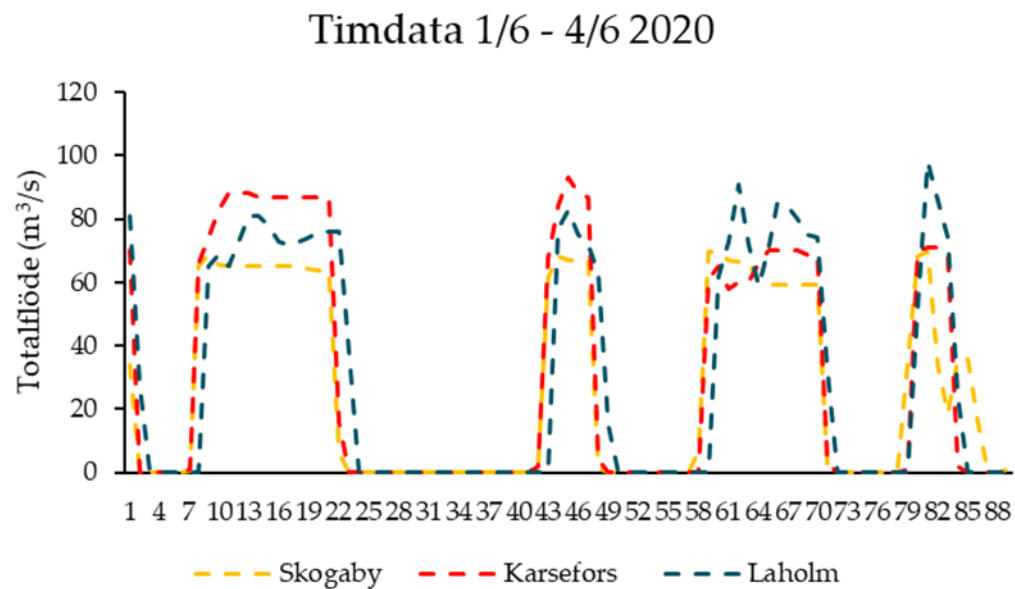
KORTTIDSREGLERING I LAGAN – MAGASIN UTAN FALLHÖJD



Tre sista kraftverken i Lagan – som följer varandras flöden

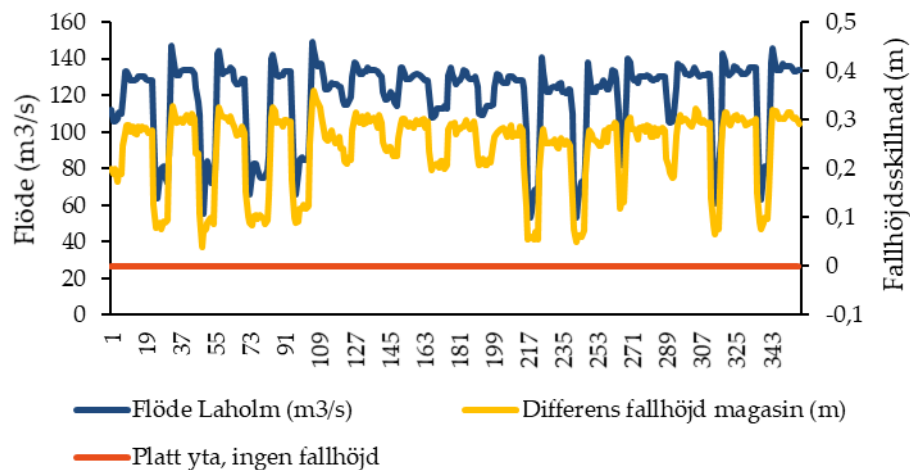


KORTTIDSREGLERING I LAGAN – MAGASIN UTAN FALLHÖJD

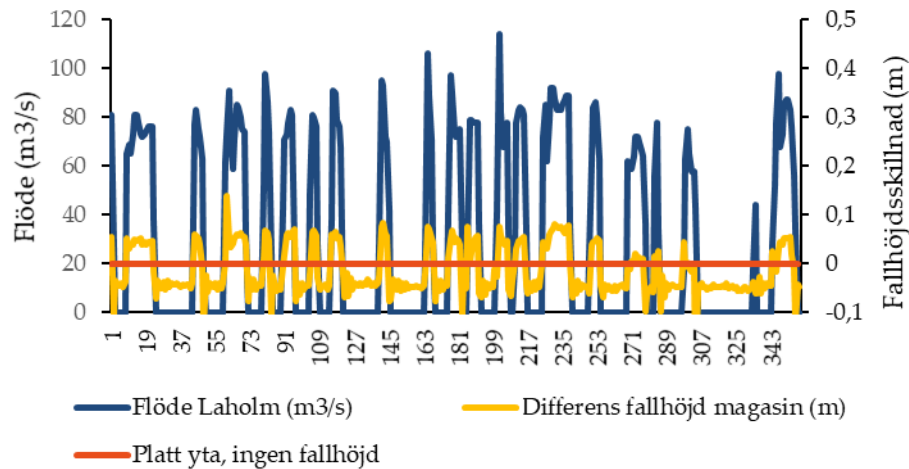


KORTTIDSREGLERING I LAGAN – MAGASIN UTAN FALLHÖJD

Ingen nolltappning 7/11-21/11

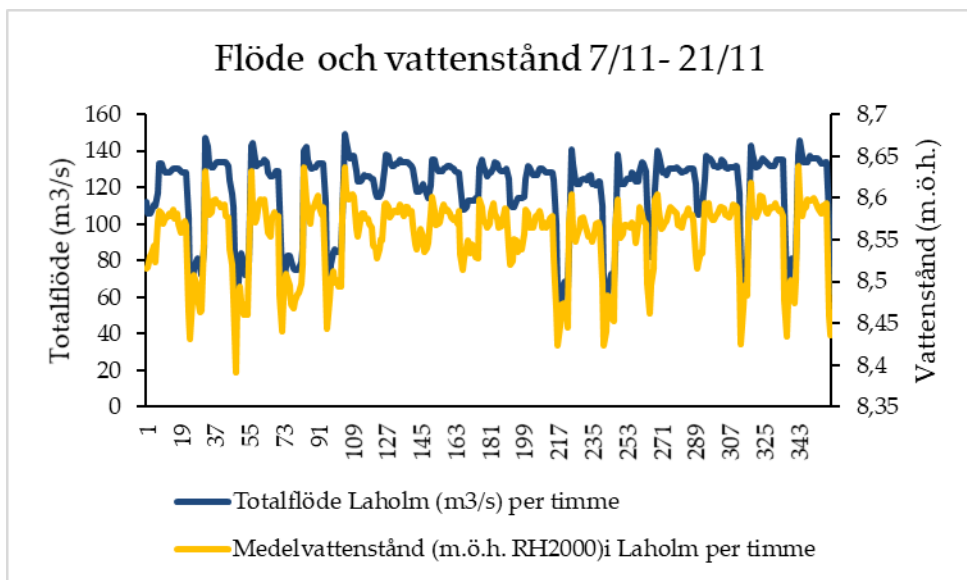


Nolltappning 1/6-14/6

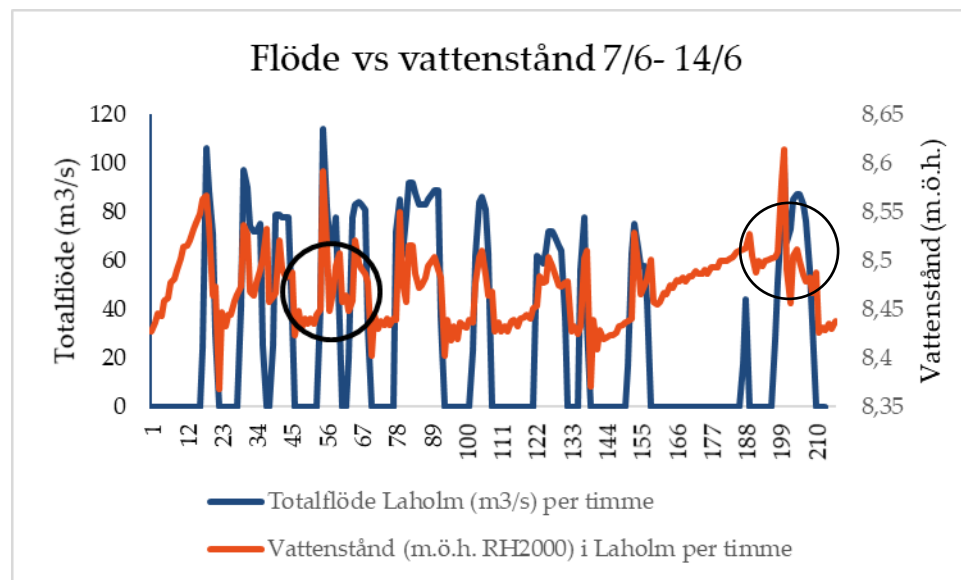


KORTTIDSREGLERING I LAGAN – MAGASIN UTAN FALLHÖJD

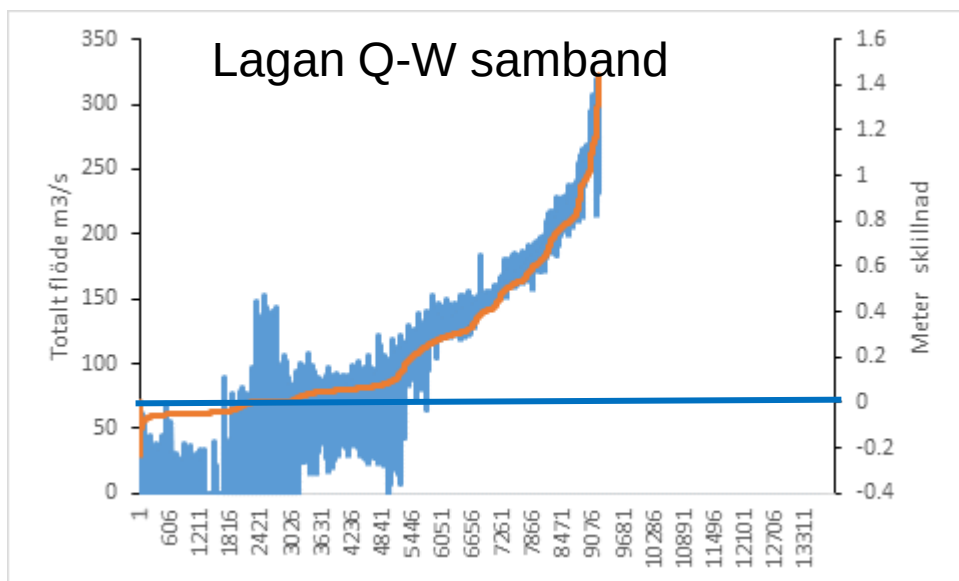
Ingen nolltappning



Nolltappning



Korttidsreglering (timdata) Hydrologi->hydraulik



Vattenhastighet,
syresättning,
sediment etc

Habitatkrav för
organismers
livscykel



LJUNGAN – NEDSTRÖMS VIFORSEN

Frågeställning: (1) Dämpas korttidsregleringen från Viforsens kraftverk med distans från kraftverket? (2) Jämförelse av reglerade flöden i Viforsen vs Vindelälven

Loggrar har mätt Vattennivådata/h (2020-06-08 till 2020-10-09)

Timflödesdata för Viforsen (2020, 2016, 2015, 2014 & 2012)

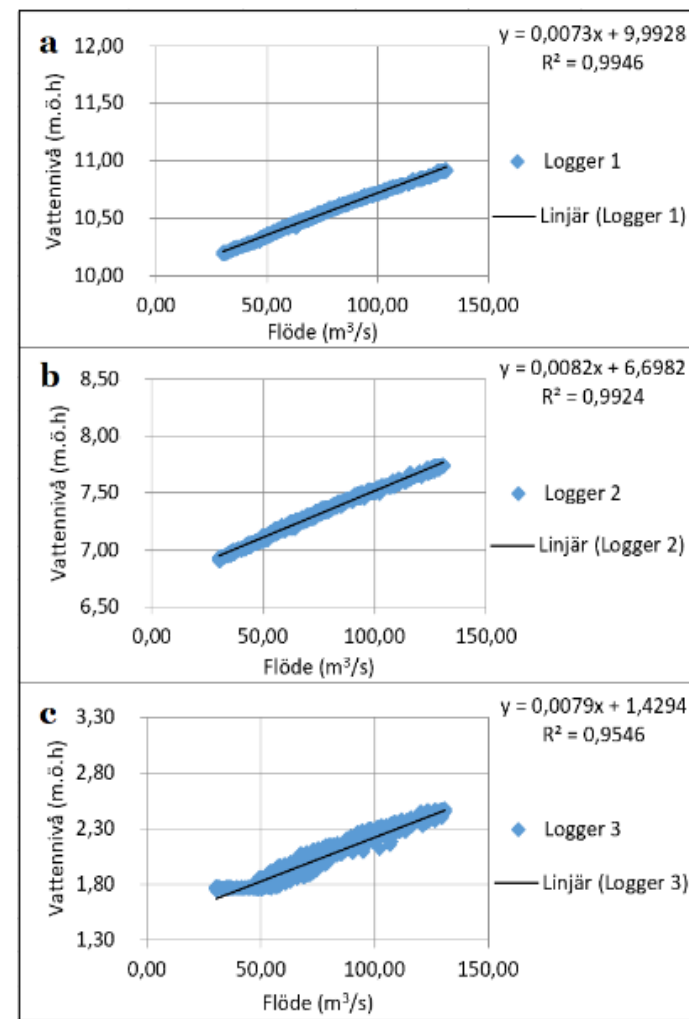
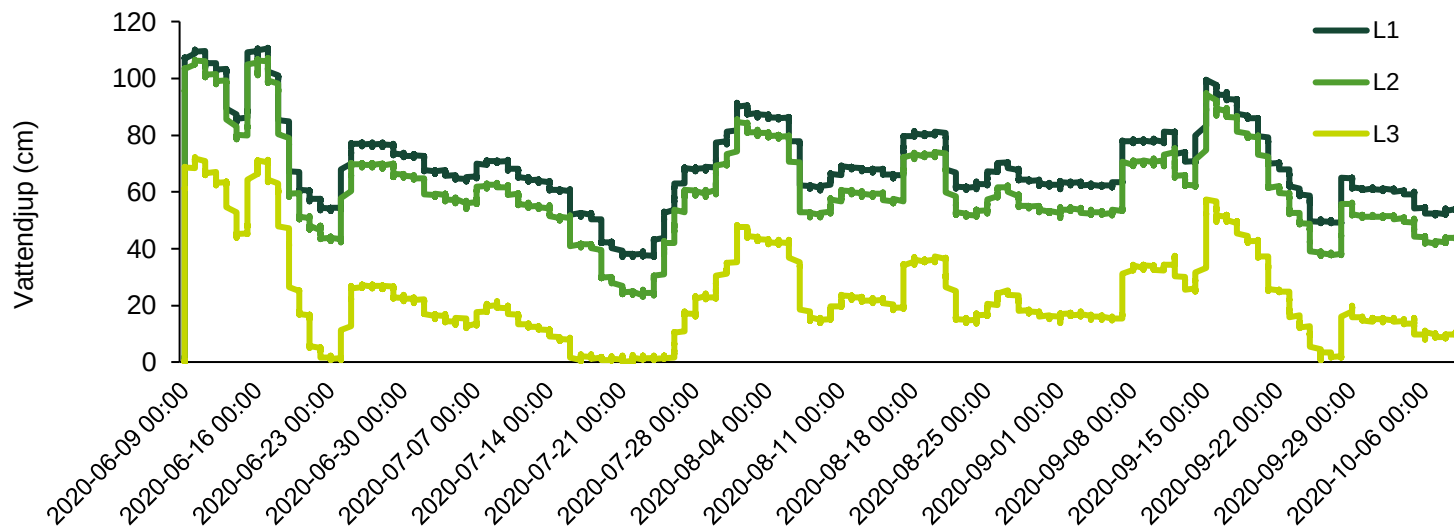
Timflödesdata för Vindelälven (2016, 2015, 2014 & 2012)

- Statistiska beräkningar
 - PTF & CDV index
 - Envägs Anova-test
 - Regressionsanalys



Samband mellan flöde och vattennivåförändring

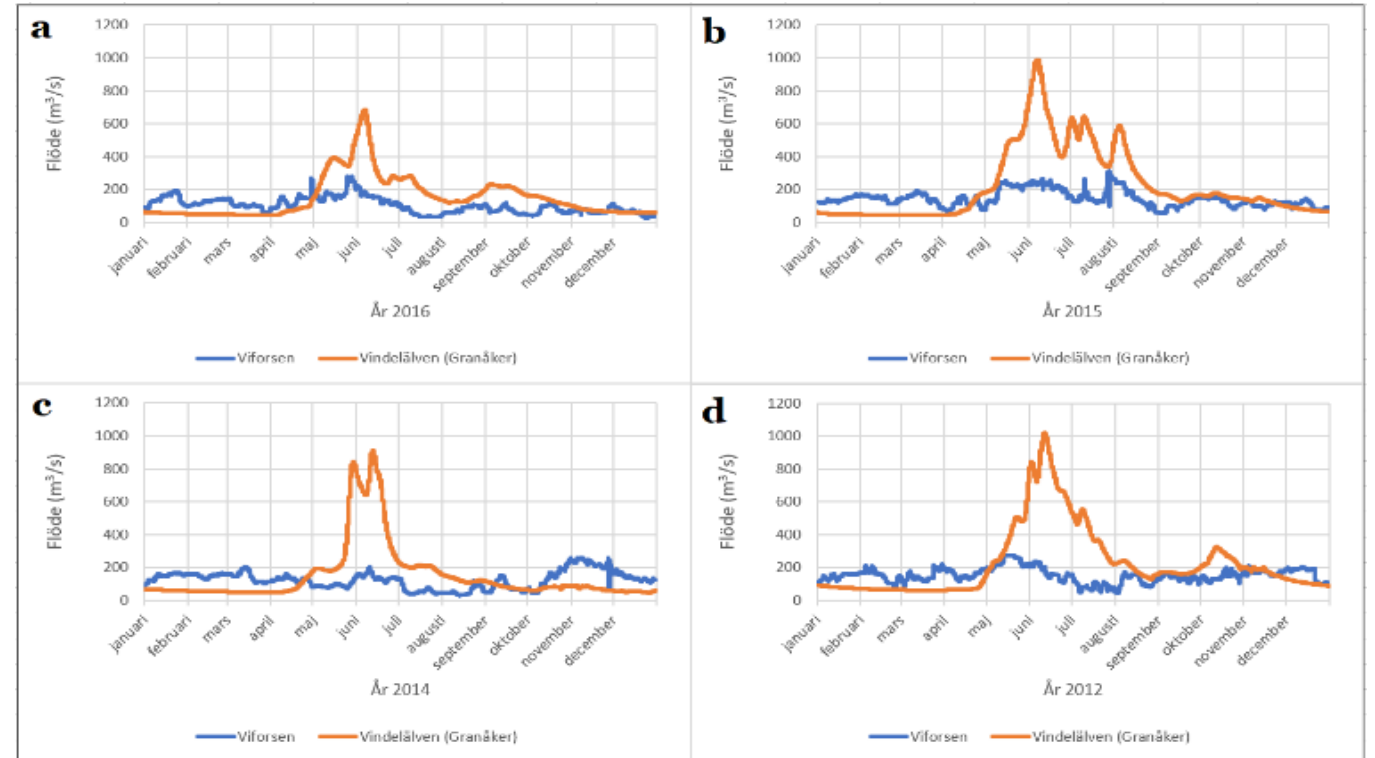
Starkt samband vid samtliga lokaler, även vid logger tre



- Dämpning sker inte
- Bristande återreglering av korttidsregleringen
- Påverkan på viktigt laxhabitat

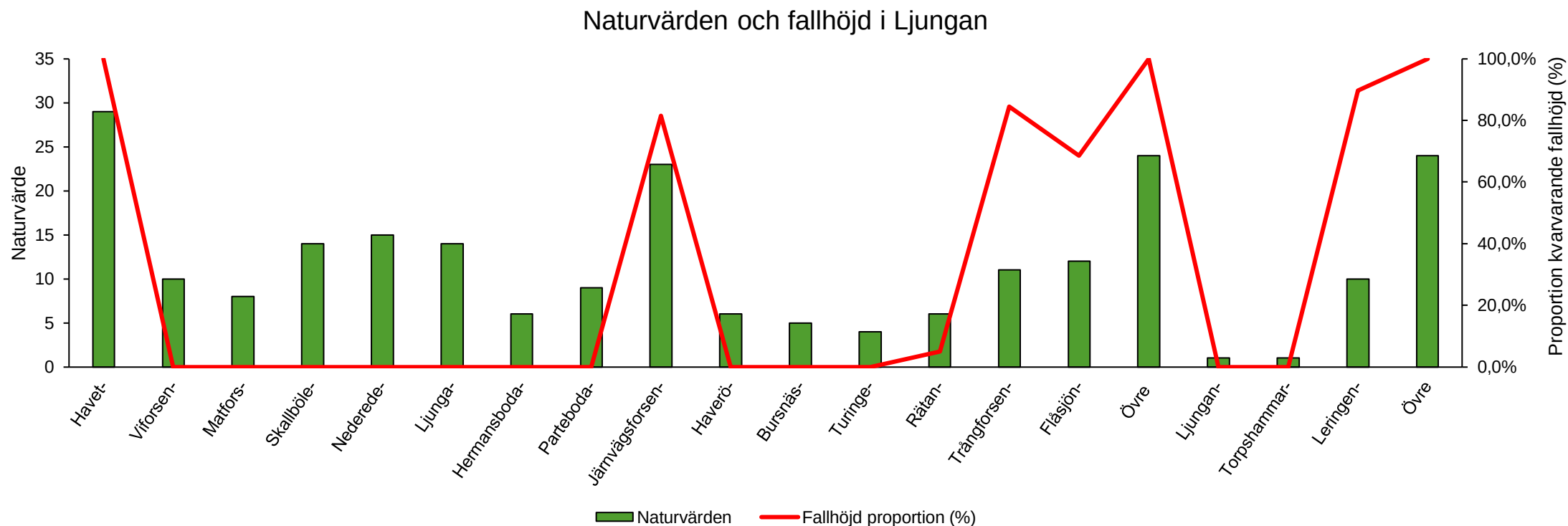
Flödesjämförelse mellan Viforsen och Vindelälven

- Stor skillnad mellan högsta och lägsta timmedelflöde
 - Flödesindexen visar *signifikanta* skillnader samtliga år
 - Större flödesvariationer i Viforsen
- Flödesvariationer bör efterlikna naturliga vattendrag
 - Ungefärligen 3 ggr så högt flödesindex i Viforsen
 - Återregleringen behöver säkerställa tillräckligt flöde men även minska fluktuationerna



Index	Lokal	2012	2014	2015	2016	P
PTF	Viforsen	0,0034	0,0029	0,0029	0,0029	<0,001
	Vindelälven	0,001	0,0011	0,0011	0,0009	<0,001
CDV	Viforsen	0,0264	0,0222	0,0232	0,0238	<0,001
	Vindelälven	0,0076	0,0083	0,008	0,0065	<0,001

FALLHÖJD OCH NATURVÄRDEN = KÄRNOMRÅDEN FÖR ÅTGÄRDER



Korttidsreglering klass – påverkansanalys	Ja/nej	VHB Åtgärd	Produktionspåverkan
Fallhöjd, kvarvarande (Ja eller nej)			
Procentuell kvarvarande fallhöjd jmf med oreglerade förhållanden per område mellan kraftverken som summeras upp på avrinningsområdet.		Avsänkning av magasinets dämningssgräns.	Åtgärden testad i kostnadsmodeller gjorda inom projektet VÅK för Lagan och bedöms ha liten produktionspåverkan
Fallhöjdförändring i magasin utan fallhöjd		Regler för undvikande av negativa fallhöjder	Åtgärden inte testad. Nolltappningsförbud modellerad i Umeälven, Ljungan och Lagan. Åtgärden bedöms ha liten påverkan.
Flöde analys av olika hydrologiska år (timdata)			
Förändring av flöde; Index – variabilitet i frekvens och magnitud, nolltappning		Regler för hur snabbt och när flödet varierar med koppling till naturliga flöden.	Åtgärden inte testad.
Flödets förändringshastighet			
Tidsmässig avvikelse (säsong)			
Vattenstånd analys av olika hydrologiska år (timdata)		Sänka av ytan	Åtgärden testad i i kostnadsmodeller gjorda inom projektet VÅK Lagan och bedöms ha liten produktionspåverkan
- Förändring av vattenstånd, - Hastighet, - Tidsmässig avvikelse		Regler för hur snabbt och när ytan varierar.	Åtgärden inte testad.
Nolltappningshändelser (timdata)			
Start och stopp (antal samt fördelning över året)		Nolltappnings-förbud	Nolltappningsförbud modellerad i Umeälven, Ljungan och Lagan. Åtgärden bedöms ha liten påverkan
Nolltappning (antal timmar, antal nolltappningar/år, fördelning över året)		Nolltappnings-förbud	Nolltappningsförbud modellerad i Umeälven, Ljungan och Lagan. Åtgärden bedöms ha liten påverkan
Ytans rörelse över magasinet (timdata)			
Hur platt är ytan? Lutning nedströms vs uppströms kopplas till flöde.		Nolltappnings-förbud. Förbud mot negativ fallhöjd	Nolltappningsförbud modellerad i Umeälven, Ljungan och Lagan. Åtgärden bedöms ha liten påverkan
Samband mellan flöde och vattenstånd. Separation?		Nolltappnings-förbud. Förbud mot grad av separation	Nolltappningsförbud modellerad i Umeälven, Ljungan och Lagan. Åtgärden bedöms ha liten påverkan

Slutsatser

- Biologi och processer påverkas negativt av korttidsreglering
- Hur mycket beror på gradient
- Åtgärder (vattenstånd & flöde) påverkar hela vattendraget
- Landskapsperspektiv
- Systemperspektiv
- Balans och reglerkraft



Tack för er uppmärksamhet!

Åsa Widén
SLU i Umeå
Vilt, Fisk och Miljö

Telefon: 076-776 30 77
Mail: asa.widen@slu.se